

目 录

中国地质构造发展历程.....	李廷栋 (1)
郯庐断裂中段古裂谷的基本特征.....	许志琴 张巧大 赵 明 (17)
试论八面山弧的构造型式及其形成机制.....	胡耀明 (45)
中国晚前寒武纪微古植物群及其地层意义.....	邢裕盛 刘桂芝 (55)
新疆塔里木盆地中新世有孔虫及其地质意义.....	郝诒纯 曾学鲁 袁松余 何希贤 (69)
福建马坑铁矿床形成温度和压力实验的初步研究.....	梁祥济 曲国林 (83)
铷、锶、钡无火焰原子吸收法测定.....	李家熙 郑 尧 颜茂弘 林猷璧 (95)
简 讯	

中法合作研究喜马拉雅山地质获重要成果.....	李光岑 (16)
-------------------------	----------

中国地质科学院院报

第4号

中国地质科学院院报编辑部编辑

(北京阜外百万庄)

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 6³/₄ 字数: 153,000

1982年8月北京第一版·1982年8月北京第一次印刷

印数1—5,000册·国内定价1.00元

统一书号: 15038·新798

郝诒纯

中国地质构造发展历程*

李廷栋

(中国地质科学院)

中国位于亚洲大陆的东南部,地跨几个洲际性构造单元的交汇部位。在地质历史上,它经历了多次构造变革逐步演化为目前这种复杂的构造格局。北部的准噶尔—兴安构造带属中亚—中蒙地槽褶皱带的一部分;中部为塔里木—中朝地台;青藏高原的大部分属巨型古地中海构造带中段,喜马拉雅地区属印度地台北缘;东部则隶属于中新生的环太平洋构造带。

郭文魁教授在第三届东南亚地区地质矿产会议上发表了《中国地质演变概况》(郭文魁,1978),论述了中国地质的演变过程,把中国地质的发展划分为六个阶段,并拟定了各发展阶段的简略图解。本文吸取了郭文魁教授的一些看法,以中国地质历史上三次强烈的构造运动,即吕梁运动、晋宁运动和印支运动为转折,把中国地质构造的演化过程概括为四个大的阶段:(1)前吕梁阶段;(2)吕梁—晋宁阶段;(3)晋宁—印支阶段;(4)后印支阶段(中国地质图编图组,1978;亚洲地质图编图组,1978)。其中每个大的阶段又可以进一步划分为若干时期。本文撰写过程中参阅了近年来一些区域地质调查、专题研究的成果和我院地质研究所同事们的未刊资料,特别是地层方面的总结资料,附图由董效静同志清绘,在此一并致谢。

一、前吕梁阶段的构造运动和中朝古陆的形成

前吕梁阶段包括太古代和早元古代,其时代上限约为1800百万年。这一阶段地质构造发展的主要结果是中朝古陆的形成(图1)。中朝古陆是经历了几次构造运动而逐步成型的,其中具有划时代意义的构造运动至少有四期,并相应形成四套变质岩浆建造序列(表1)。

(一) 迁西运动和迁西变质杂岩

在中朝地块北缘断续出露一套太古界深变质岩群,以冀东迁西群和大青山桑干群下部为代表,以片麻岩类、角闪质岩类为主,以含紫苏辉石麻粒岩、紫苏黑云斜长片麻岩为特征,其原岩包括“基性”岩类和半粘土质岩类,变质程度已达麻粒岩相^①。辽东半岛鞍山群

* 本文系1979年底西德《地学杂志》约稿而写,英文稿刊于“Geojournal”1980, No. 6, 现略作修改、补充。

① 据沈其韩1978年手稿资料。

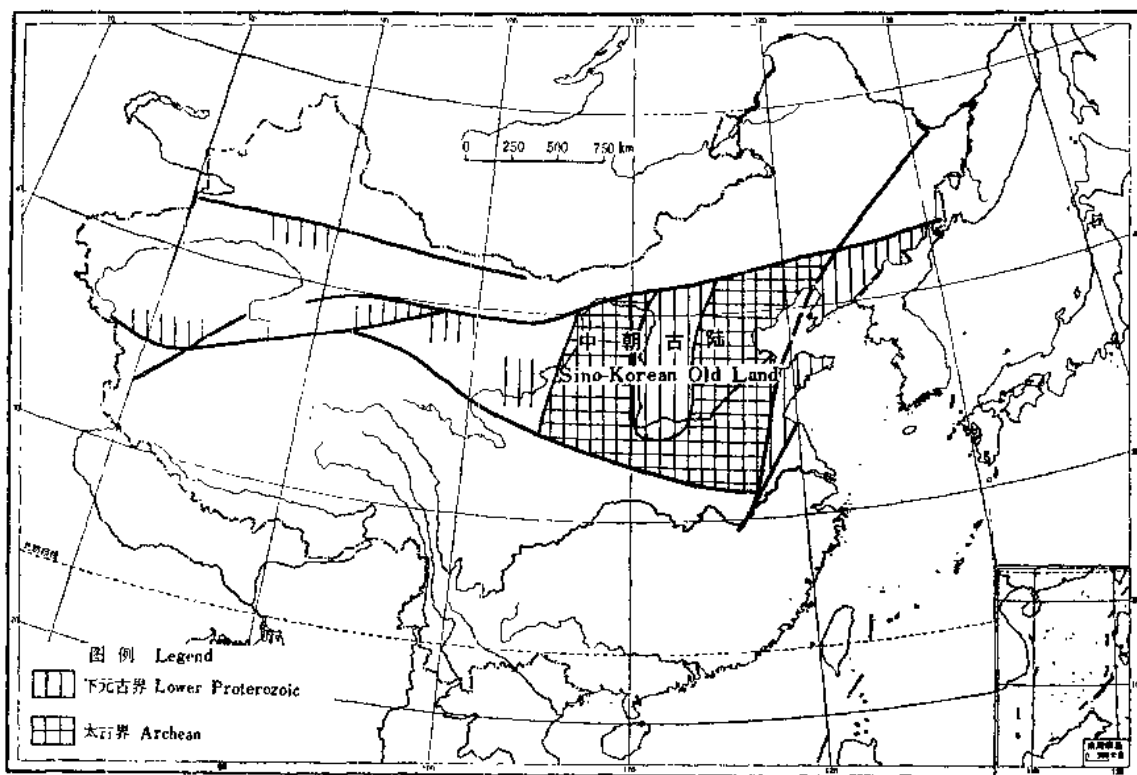


图 1 吕梁运动后的中国地质格架略图

(据郭文魁1978, 修编)

Fig. 1 Sketch Showing Geological Evolution in China Post-Lüliang Movement (Modified after Guo Wenkui, 1978)

前吕梁期变质岩群

表 1 (Table 1)

	代表地岩群	主要岩性组合	相当岩群	变质相
下元古界	——1800百万年—— 津 沱 群	~~~~~ 吕梁运动 ~~~~~ 浅变质碎屑岩和碳酸盐岩, 夹火山岩	辽河群, 嵩山群, 粉子山群等	
	——2000百万年—— 五 台 群	~~~~~ 五台运动 ~~~~~ 绿岩系, 结晶片岩, 角闪斜长片麻岩, 变粒岩	朱杖子群, 二道洼群, 宽甸群	绿 片 岩 相
太 古 界	——2500百万年—— 阜 平 群	~~~~~ 阜平运动 ~~~~~ 黑云斜长片麻岩, 斜长角闪岩, 变粒岩, 各种类型混合岩, 夹磁铁石英岩	单塔子群, 鞍山群上部, 登封群, 泰山群	铁铝榴石角闪岩相
	——3000±百万年(?)—— 迁 西 群	~~~~~ 迁西运动 ~~~~~ 紫苏辉石麻粒岩, 紫苏黑云斜长片麻岩, 角闪辉石斜长片麻岩	鞍山群下部	麻 粒 岩 相

下部层位也存在一套富含角闪质岩石的片麻岩、混合岩类。在冀东与辽东半岛,都报导有3000百万年左右的年龄数据(马杏垣等,1979)。因此,尽管由于岩层的高度变质、混合岩化和缺乏砾岩沉积,在太古代地层中尚未发现不整合或明显的沉积间断;但从建造类型、变质特征和同位素年龄数据分析,在冀东迁西、辽东半岛等地可能存在时代相当于3000百万年前后一期构造-热变事件,反映了一次强烈的构造运动,暂命名为迁西运动,并以这次运动界面作为早、晚太古代的分界。

(二) 阜平运动和阜平群变质杂岩

阜平运动发生于太古代末期,距今约2500百万年,标准地点在太行山北段阜平地区。在那里,早元古代五台群不整合于晚太古代阜平群之上。这一运动使晚太古代岩层褶皱变质,并伴随强烈的混合岩化、花岗岩化作用。

这个时期所形成的变质杂岩主要出露于两个带:地块北缘带,以太行山阜平群、冀东单塔子群和辽东半岛鞍山群上部为代表;地块南缘带,见于东秦岭北坡,以陕南太华群和豫西登封群为代表;鲁西泰山群亦属之。这套岩群主要为强烈混合岩化黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、变粒岩及各类混合岩,夹磁铁石英岩,局部夹大理岩。原岩为含铁火山-沉积建造。变质程度多属铁铝榴石角闪岩相,部分为绿帘角闪岩相。

对这套变质杂岩已积累了较多的同位素年龄数据。冀东迁西单塔子群全岩Rb-Sr年龄为2621百万年,2400百万年;辽西锦西一带混合花岗岩锆石U-Pb年龄为 2440 ± 40 百万年;辽东鞍山群250个年龄数据(大部分为K-Ar法,部分U-Pb、Rb-Sr法)所反映的区域变质终止期早于 2400 ± 50 百万年;山东泰山群混合岩、混合花岗岩6个Rb-Sr全岩等时年龄2586百万年,37个云母K-Ar法最大年龄为2430百万年;豫西登封群上部石英片岩4个Rb-Sr全岩等时年龄为2562百万年^①。这些资料表明,在2500百万年前后中朝地块曾伴随阜平运动发生过一次重要的构造-热变事件,代表了太古代末期一次主要的区域变质和混合岩化期。

(三) 五台运动和五台群变质岩

五台运动发生于约2050百万年前后的早元古代中期,标准地点在山西北部五台山。五台群与上覆滹沱群呈明显不整合。大致同期的构造运动尚见于吕梁山、中条山、大青山、燕山、辽东半岛等地。

五台期构造格局发生了明显变化,中朝地块分裂,在冀北—山西和辽胶地区产生两个近南北向海槽,马杏垣等(1963,1979)称雏地槽。前者沉积了五台群、吕梁群、绛县群等;后者沉积了宽甸群、胶东群等。以优地槽型火山-沉积建造为主,含大量细碧角斑岩系,伴有基性、超基性岩的侵位,夹铁硅质沉积,经区域变质形成巨厚的变质绿岩系。主要的变质岩组合为结晶片岩、角闪斜长片麻岩、变粒岩,夹磁铁石英岩、镁质大理岩,一般属绿片岩相,部分达铁铝榴石角闪岩相。与五台群变质作用同时或稍晚,有大量伟晶岩和花岗岩的侵入。五台群角闪石K-Ar法年龄为2233—2381百万年,大青山二道洼群锆石U-Pb法年龄为2350百万年,侵入五台群的伟晶岩云母K-Ar年龄为2068百万年。这些数据表明,这一阶段至少存在2250百万年及2050百万年两期混合岩化作用和岩浆活动。2050百

① 据沈其韩1978年综合的未刊资料。

万年可视为五台群变质作用的终止年龄。

(四) 吕梁运动和津沱群变质岩

吕梁运动,系指发生于1800百万年前后的一次强烈构造运动。这次运动所造成的不整合面在华北地区相当普遍,并构成中朝地块变质基底与沉积盖层的分界面。大致同期的运动界面尚见于塔里木盆地边缘和甘肃兰州附近。

中朝地块的长城系基本是一套未变质的海进序列的碎屑岩系。关于其时代及与津沱群关系尚属长期争论而未解决,大多数地质学家主张划归震旦亚界,置于津沱群之上;部分地质学家根据地质发展和年龄数据(大于1900百万年),将其与津沱群或其一部分相对比。看来,后一种看法也不是没有道理的。

吕梁期中朝地块的构造格局基本上是五台期的继续和发展,冀北—山西、辽东两个地槽继续沉降,堆积了厚逾万米的地槽型火山—沉积岩系,以五台山、太行山津沱群和辽东半岛辽河群为代表,下部以麻拉石碎屑岩类为主;中部主要为硅镁质大理岩、千枚岩;上部主要为含叠层石镁质碳酸盐岩夹中基性火山岩。其变质时代,津沱群黑云母 K-Ar 等时年龄为1740百万年,辽河群 K-Ar 等时年龄为1840百万年(全岩为主)(钟富道,1975)。

总之,中朝地块基底的形成是经历了迁西、阜平、五台等几次构造运动和构造—热变作用,完成于早元古代末期的吕梁运动。吕梁运动所形成的中朝古陆很可能向西延伸,经阿拉善、柴达木与塔里木相连,构成一条横亘东西的巨大古陆,长期控制着中国南北地质构造的发展。

二、吕梁—晋宁阶段的建造类型和震旦古陆的形成

从吕梁运动的终结到晋宁运动的兴起,构成中国地质构造发展的第二大阶段,时代范围约为1800—800百万年。晋宁运动系指发生于800—900百万年的一次构造运动,它导致扬子地块基底的形成。同期运动界面在塔里木等地亦有显示。

这一阶段中国构造轮廓的主要变化是,扬子地块、塔里木地块与柴达木地块的固结和中朝地块边缘褶皱带的形成。三个地块的固结是晋宁运动的结果。内蒙古中部至甘肃北山以白云鄂博群为代表的晚元古代地层组成的东西向褶皱带,可能是中朝地块北缘的新固结区;喜马拉雅地区珠穆朗玛群及其上覆的浅变质岩系则代表了印度地块北缘新固结的变质褶皱带。

(一) 沉积建造类型

这一阶段形成的沉积建造,在中国分布广泛,类型较多,包括除震旦系以外的整个震旦亚界^①。在这套地层中,近年来在各地相继发现丰富的叠层石、微古植物化石,并测得相当数量的同位素年龄数据。这一阶段形成的沉积建造可暂时分为两种类型:华北型与华南型(表2),进一步研究之后可能会分出更多类型。

华北型:即过去所称“北方震旦系”。主要分布于中朝地块,为一套巨厚的基本未变质的

① 目前,一般把震旦系置于震旦亚界,但从地质发展阶段看,震旦系与古生界关系更密切,故将其列入晋宁—印支阶段,而且震旦系看来迟早要划归古生界。

吕梁—晋宁阶段地层类型

表 2 (Table 2)

类型 层序	界限年龄 (百万年)	华 北 型	华 南 型	生 物 特 征
震旦系	850	震旦系或下寒武统	震旦系	
青白口系	1000	碎屑岩、碳酸盐岩	晋宁运动	
蓟县系	1100	片岩运动	复理石、类复理石沉积或陆源碳酸盐沉积	褐藻为主
南口系	1700	硅镁质碳酸盐岩、泥质岩	四堡运动	蓝绿藻为主, 叠层石类型, 数甚多
长城系		硅镁质碳酸盐岩为主, 局部夹火山岩	含细碧角闪岩的火山-沉积岩系	

地台型沉积, 构成中朝地块的盖层。以燕山蓟县剖面为代表, 自下而上可以分为四个系。

长城系 时代上限约为1700百万年, 下限1800百万年或更老, 以滨海—浅海相砾岩、砂岩和页岩为主, 上部过渡为白云岩, 含 *Gruneria-Xiaoyingella* 组合的叠层石和微古植物化石。其上部团山子组白云岩全岩U-Pb等时年龄 1776 百万年 (中国科学院贵阳地化所, 1977)。

南口系 时代范围1700—1400百万年。以碳酸盐岩为主, 夹砂岩、页岩。下部大红峪组含富钾粗面岩, 大红峪组海绿石K-Ar年龄约1650百万年。

蓟县系 时限1400—1000百万年。下部以浅海相硅镁质碳酸盐岩为主, 上部为含铁、锰、磷的碳酸盐岩和泥质岩, 富含叠层石、微古植物化石。中上部铁岭组海绿石 K-Ar 年龄为1100百万年 (中国科学院贵阳地化所, 1977)。

青白口系 时限 1000—850 百万年。为海退序列岩系, 主要为砂页岩、泥灰岩, 海绿石K-Ar年龄为853, 862百万年, 基本代表蓟县震旦亚界剖面的上限年龄。本剖面缺失震旦系, 还可能缺失震旦系以下的某些层位地层。

华南型 主要分布于扬子地块边缘, 其次见于塔里木盆地北缘、祁连山等地。以川滇地区昆阳群和湘黔地区四堡群、板溪群为代表, 主要为一套巨厚的复理石、类复理石陆源碎屑建造 (板溪群) 和陆源碳酸盐建造 (昆阳群)。下部层位常含火山岩, 如桂北四堡群的细碧岩, 昆阳群、会理群下部的变质火山岩等 (见表2)。因此, 早期主要为优地槽型沉积, 晚期主要属冒地槽型沉积。昆阳群、神农架群均含大量叠层石, 滇东下昆阳群 (黑山头组) 凝灰岩Rb-Sr全岩等时年龄为 1644 ± 73 百万年, 上昆阳群 (绿汁江组) Rb-Sr 全岩等时年龄为 1173 ± 73 百万年; 鄂西北上神农架群下部全岩U-Pb等时年龄为 1332 ± 67 百万年 (中国科学院贵阳地化所, 1977)。桂北侵入四堡群而又被板溪群不整合覆盖的岩体Rb-Sr全岩年龄为 1063 ± 95 百万年 (莫柱逊同志面告)。根据已经发现的叠层石类型、微古植物化石以及已测得的同位素年龄数据对比, 以昆阳群及四堡群、板溪群为代表的这套浅变质岩群基本上相当于燕山地区的震旦亚界, 时代属晚元古代。

(二) 岩浆建造类型

这个阶段的火山岩建造主要发生在早期阶段, 在燕山地区有时代约为1600百万年的富

钾粗面岩,在豫西有西阳河群的安山岩一流纹岩组合,在祁连山、塔里木盆地北缘,有大致相同时代的中基性喷发岩。在华南、西昆仑等地,则广泛分布有优地槽型细碧角斑岩建造。

这一阶段的侵入岩,在华南可初步划分为两期:

1. 四堡期 以桂北基性、超基性岩,斜长花岗岩、花岗闪长岩为代表, Rb-Sr 全岩年龄为 1063 ± 95 百万年, U-Pb 年龄为 1100 百万年。川滇地区侵入“盐边群”的辉长岩年龄为 1112 百万年。

2. 晋宁期 分布广泛,以中酸性侵入岩为主,侵入昆阳群或相当的地层,有的被震旦系不整合覆盖,同位素年龄多为 900—800 百万年。

在北方,北京密云地区的奥长环斑花岗岩和斑状花岗岩,五台山、吕梁山、辽东半岛等地部分伟晶岩以及燕山、辽吉、东秦岭的一些中酸性侵入岩,从已获同位素年龄数据推断亦属该阶段产物。

(三) 震旦古陆的形成

晋宁运动以后,长江流域、塔里木、柴达木区褶皱同结,分别形成扬子地块、塔里木地块与柴达木地块,天山、昆仑、祁连、秦岭等几个地槽系也相继褶皱隆起,使新形成的几个地块与老的中朝地块连为一体,形成广阔的震旦古陆(图2)。

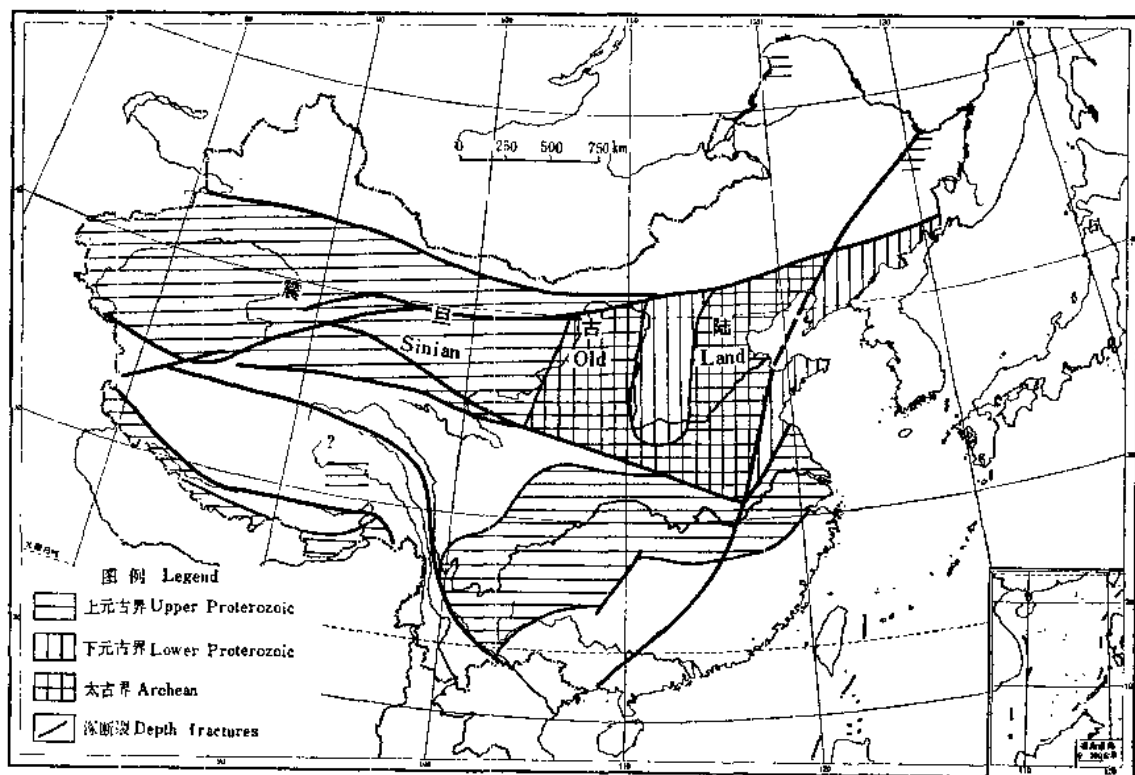


图 2 晋宁运动后形成的震旦古陆略图

(据郭文斌1978, 修编)

Fig. 2. Sketch Showing the Formation of the Sinian Old Land Post Jining Movement
(Modified after Guo Wenkui, 1978)

三、震旦古陆的解体和中国古陆的形成

晋宁运动以后，中国的地质发展进入第三阶段——晋宁—印支阶段。这一阶段的地质发展、沉积类型、生物区系和占地理变迁，明显受几个地块和周围海域的控制。天山—阴山以北的准噶尔—兴安地槽长期处于海槽环境，海侵主要来自北方；昆仑—秦岭以南也长期处于海洋环境，属古地中海和华夏海，海侵主要来自南方；塔里木—中朝地块夹持于南北两大海槽之间，随着两侧海槽的发展变化，不同时期海侵来自不同方向。

这一阶段中国地质构造发展的基本过程 and 特点是：随着地壳运动的加剧，构造分异活动日趋明显，震旦古陆解体，形成地台、地槽间列的构造格局。在南北两个海槽，主要表现为不同时代、不同类型地槽的形成和封闭，在地台区形成不同时代和类型的海相或海陆交互相沉积。经过加里东、华力西等几次运动的发展，三叠纪末期印支运动以后，除青藏高原西南部、台湾等少数地区外，全部隆起成陆，形成中国古陆（图3）。

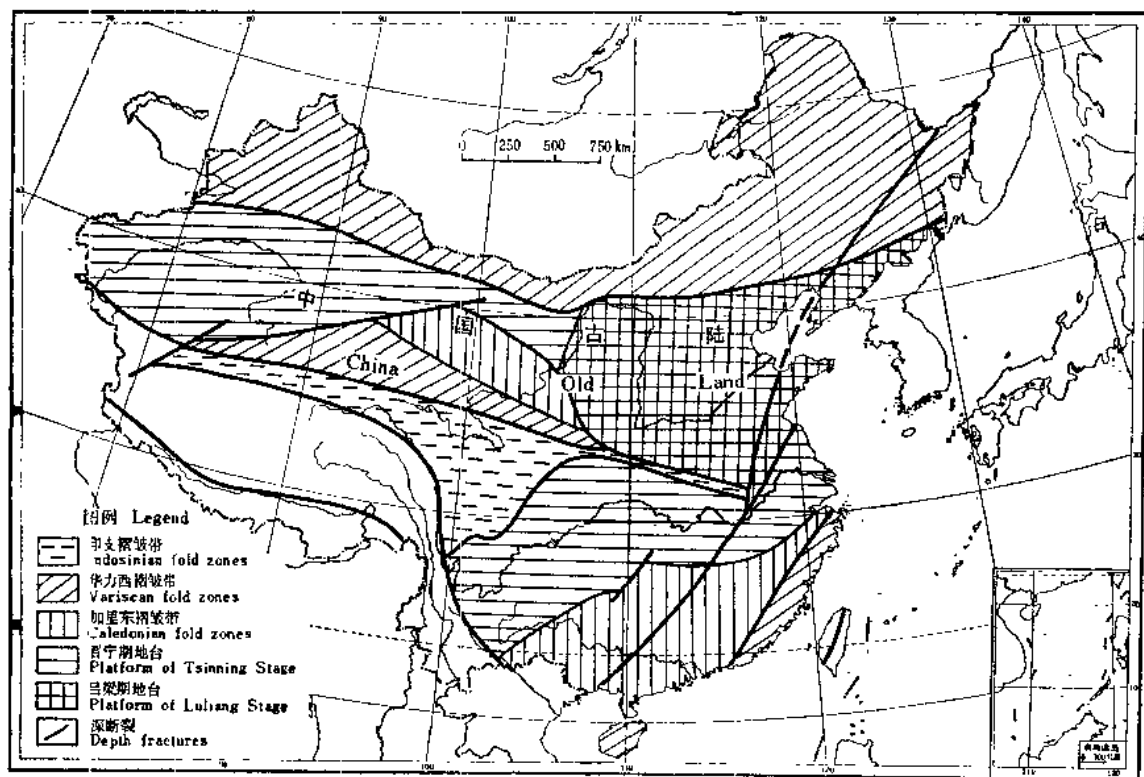


图3 印支运动后形成的中国古陆略图

Fig. 3 Sketch Showing Geological the Formation of Sinian Old Land Post-Indosinian Movement

本阶段的地质发展过程可进一步分为三个时期。

(一) 震旦纪时期

震旦纪是元古代到古生代的过渡时期,地壳运动和缓,构造分异微弱。中国著名的震旦系标准剖面在长江三峡——李四光教授于1924年建立。这个剖面的震旦系层序完整,顶底界限清楚,化石丰富,不整合于前震旦系三斗坪群之上,与下寒武统水井沱组呈连续过渡。

早震旦世除东南地区为海相沉积外,大部分地区处于陆地环境。扬子地块、塔里木地块、柴达木地块主要为盆地型红色碎屑岩系。扬子地块边缘有中酸性火山岩喷发,并夹有两套冰碛沉积,其中上冰碛层(南沱冰碛层)分布广泛,最厚达百余米。在辽东半岛为滨海相杂色砂页岩。

晚震旦世海侵范围逐渐扩大,灯影期海侵范围最广。首先沉积了浅海相砂泥质岩,而后为广海盆地类型的硅质岩、白云岩,上部多含磷块岩,夹膏盐沉积。在辽东半岛上部含海绿石砂岩。

震旦系富含微古植物化石和叠层石,在东北、西南、中南等许多地点尚发现软体动物、硬壳动物及藻类化石。

震旦系及有关侵入岩已获得一些同位素年龄数据。川西下震旦统苏雄组被K-Ar年龄为797百万年花岗岩所侵入,其上开建桥组底部玄武岩全岩K-Ar年龄为731百万年(中国科学院贵阳地化所,1977);皖南地区下震旦统休宁组不整合于878和954百万年的花岗岩之上;滇中玉溪上震旦统下部陡山沱组海绿石K-Ar年龄为642百万年。综合分析已有年龄数据,把震旦纪年龄范围定为850—600百万年可能是比较适当的。

震旦纪中酸性侵入岩,在扬子地块分布广泛。在龙门山、川滇地区、雪峰山等地均有出露,大多与晋宁期岩体伴生一起,年龄数据多在700—650百万年。滇中峨山花岗岩南端侵入下震旦统澄江组,被南沱冰碛层不整合覆盖,黑云母K-Ar年龄平均为722百万年(中科院贵阳地化所,1977),可能为澄江运动的产物。

(二) 早古生代时期

早古生代是中国震旦纪以来海侵范围最广、海侵时间最长的时期,寒武纪—中奥陶世以海侵为主,晚奥陶世—志留纪以海退占优势,大体可以分为八个沉积区(图4): (1) 准噶尔—兴安区; (2) 塔里木区; (3) 华北区; (4) 秦祁昆仑区; (5) 西藏滇西区; (6) 扬子区; (7) 东南区; (8) 喜马拉雅区。可以归纳为三种沉积类型: (1) 地台型沉积; (2) 冒地槽型沉积; (3) 优地槽型沉积。

地台型沉积主要分布于塔里木地块、中朝地块、扬子地块及喜马拉雅北坡。寒武奥陶纪主要为浅海近岸相砂页岩及碳酸盐建造,夹泻湖相膏盐沉积,富含三叶虫、古杯类、头足类等底栖类动物化石,与下伏震旦系或青白口系多呈假整合。近年来在中朝地块东南部普遍发现含*Palaeolenus*的沧浪铺期沉积。最近于东北南部尚发现含*Eoredlichia*的早寒武世早期(筇竹寺期)地层(郭鸿俊同志面告)。志留系主要为笔石介壳混合相砂页岩夹灰岩,华北区缺失志留泥盆系,塔里木区亦多缺层。

冒地槽型沉积主要分布于西藏滇西区、东南区、秦祁昆仑区南部及准噶尔—兴安区中部。寒武奥陶系以复理石、类复理石建造为主,局部含火山岩;志留系多笔石相或介壳相砂页岩、灰岩,准噶尔—兴安区上志留统出现紫红色碎屑岩。所含化石以浮游类三叶虫、古杯类、腕足类、笔石为主。近年来在川西、藏北地区陆续发现了上寒武统及奥陶志留系,

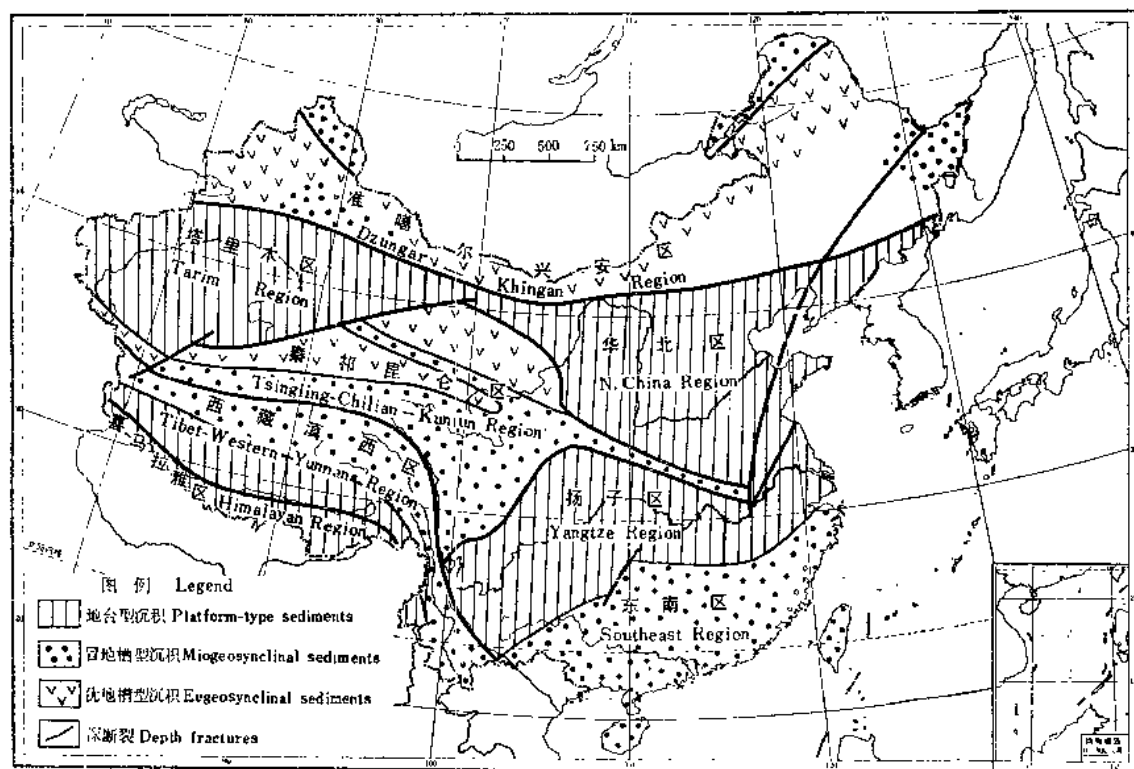


图 4 中国早古生代沉积分区

Fig. 4 Early Palaeozoic Sedimentary Regions in China

东南区昔称的“龙山群”也证实大部分属下古生界。

优地槽型沉积主要在祁连山、昆仑山和准噶尔—兴安区的南北边缘带。北祁连山震旦、寒武、奥陶纪都发育有大量细碧岩、拉斑玄武岩以及基性、超基性岩和有关沉积序列，构成三期蛇绿岩套，并夹有多层蓝闪片岩，代表了古洋壳残体（王荃等，1976，肖序常等，1978）。昆仑山、东西准噶尔优地槽型沉积可能开始于奥陶纪中后期，发育有巨厚中基性为主的火山—沉积建造，西准噶尔奥陶志留系有放射虫硅质岩、细碧岩、超基性岩密切共生的蛇绿岩套（黄汲清等，1977）。因此，这些地区是否存在古洋壳，是值得加以研究的。

有必要强调指出，由于加里东运动的影响，晚奥陶世开始，中朝、塔里木地块大幅度隆起，相反其北缘的天山—阴山带和南缘的昆仑—秦岭带则大幅度沉降，形成深降海槽，堆积了巨厚的下古生界或奥陶志留系火山—沉积岩系，有的酷似“蛇绿岩套”。例如，西昆仑下古生界火山—沉积岩系总厚约 20000 米^①；青海南部布尔汉布达山纳赤台群火山—沉积岩建造厚达 20000 米^②；内蒙古中部也发现有蛇绿岩线索^③。

上述这些地槽经加里东运动或华力西运动褶皱闭合。伴随加里东运动有强烈的岩浆侵

① 据新疆地质局区域地质调查队 1977 年未刊资料。

② 据秦德余、李光岑等 1976 年未刊资料。

③ 据天津地质矿产研究所等单位 1977 年未刊资料。

人活动。祁连山区加里东期中酸性侵入岩可以分为早、中、晚三期,同位素年龄分别为520—490, 460—430, 410—380百万年。东南地区加里东期花岗岩类有两种:一种为混合花岗岩,主要分布于云开大山;另一种为正常的花岗岩、花岗闪长岩,广布于南岭各地,多被泥盆系不整合,年龄一般450—370百万年。

(三) 晚古生代和三叠纪时期

这个时期是中国大陆大规模海退时期,陆地不断扩大,陆相沉积不断增多。较大的海侵有三期,分别发生在中泥盆—晚泥盆世初,中石炭世及早二叠世。华力西运动以后,昆仑—秦岭以北基本全部隆起为陆。印支运动以后,青藏高原东部褶皱隆起,形成印支褶皱带;华南地区也几乎全部隆起为陆,使南北大陆连为一体,形成了范围更为广阔的中国古陆(见图3)。

这一时期的构造轮廓和沉积分区,基本上与早古生代类似,也可以划分为八大沉积区和三种沉积类型。但各沉积区建造类型却发生了很大变化。

地台型沉积分布于华北区、塔里木区、扬子区、东南区及喜马拉雅区。除华北区石炭二叠系以陆相含煤沉积为主夹海相灰岩、喜马拉雅区以海相为主外,其余各区大多为浅海相碎屑岩和碳酸盐岩,夹陆相沉积和煤系地层。祁连山、柴达木亦属地台型沉积,并有巨厚的泥盆系磨拉石建造。扬子地块西南部广布有二叠纪的峨眉山“玄武岩”。

冒地槽型沉积见于秦祁昆仑区,主要为浅海相碎屑岩、碳酸盐岩建造,西昆仑石炭系及后龙门、金沙江沿岸泥盆系均夹巨厚中酸性火山岩。巴颜喀拉地区三叠系为典型复理石建造,复理石韵律及复理石印模发育十分良好^①。

优地槽型沉积主要分布在准噶尔—兴安区,以中基性喷发岩为主的火山—沉积岩系主要发育于中泥盆—石炭纪,生物群以底栖类为主。早二叠世多浅海相碎屑岩、碳酸盐岩,晚二叠世主要为陆相沉积。在秦祁昆仑区布尔汉布达、阿尼玛卿、金沙江沿岸均分布有二叠纪或三叠纪优地槽型沉积,阿尼玛卿山有二叠纪为主的蛇绿岩带(肖序常等,1978);金沙江畔则有二叠、三叠纪蛇绿岩套和混杂堆积,蛇绿岩套包括基性—超基性岩,细碧角斑岩、放射虫硅质岩(张之孟等,1979)。

华力西运动导致准噶尔—兴安、天山、昆仑等地槽褶皱成山,并伴有多期基性—超基性岩和中酸性岩的侵入,同位素年龄数值分别为350, 300和260—230百万年;华力西运动尚导致几个地块的几度抬升。印支运动使巴颜喀拉地槽、秦岭地槽等褶皱隆起,并伴有基性、超基性及中酸性岩的侵入。

四、印支运动以后中国大陆的构造变革

印支运动以后,中国构造格局和古地理轮廓发生了重大变化,东部濒太平洋地区出现一系列走向北东—南南西的大型隆起带、沉降带和深断裂带,以及有关的火山岩带和侵入岩带,使中国东部东西向构造分带转变为近南北向构造分带。在西南地区则表现为古地中海海槽的逐渐闭合,新生代中晚期开始的青藏高原的大幅度隆起,深断裂的活动和高原

① 据中国地质科学院川西地质研究队未刊资料。

周围盆地的形成。

这一阶段的地质发展可进一步分为两个时期。

(一) 侏罗-白垩纪沉积类型和燕山运动

侏罗-白垩纪除青藏高原中西部、广东沿海和台湾发育有海相地层外,大部分为陆相沉积或火山-沉积岩系。可大体分为三种沉积类型:(1)构造盆地型沉积,(2)火山盆地型沉积,(3)地槽型海相沉积(图5)。

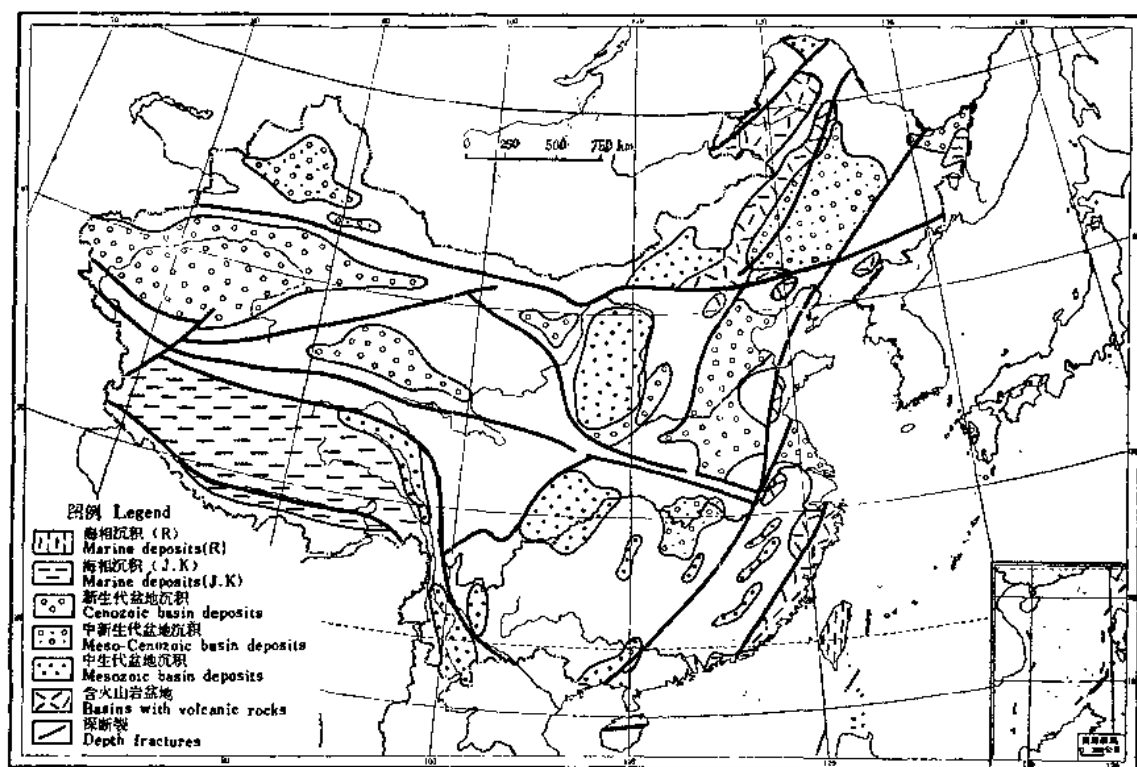


图5 中生代时期中国大陆的沉积类型

Fig. 5 The Sedimentary Types of China during Mesozoic-Cenozoic Period

构造盆地包括拗陷盆地和断陷盆地,昆仑-秦岭以北的塔里木、准噶尔、柴达木、鄂尔多斯及松辽等盆地,下、中侏罗统多为湖相含煤砂页岩,上侏罗统和白垩系主要为河湖相杂色碎屑岩,富含植物化石。昆仑-秦岭以南四川盆地、滇中盆地、滇西盆地等,主要为红色碎屑岩系,含盐类矿产和砂岩铜矿。

火山盆地型沉积主要分布于东部濒太平洋带,多中小型断陷盆地。下、中侏罗统以河湖相沉积为主;上侏罗统一下白垩统主要为陆相火山-沉积岩系;上白垩统多红色岩系。沉积厚度常达数千米。

海相沉积主要分布于两个海域:古地中海海域和西太平洋海域。前者包括青藏高原金沙江和喜马拉雅山之间的侏罗、白垩系,主要为海相、海陆交互相沉积;雅鲁藏布江以南有巨厚的优地槽型火山-沉积岩系,富含菊石等动物化石。西太平洋海域有广东沿海一带的海相侏罗系,台湾的侏罗系及白垩系,东北那丹哈达岭的侏罗系(含Arctocephalites等)。

在燕山运动强烈活动的晚侏罗—早白垩世,伴随褶皱断裂活动,产生大规模的岩浆喷发和侵入,在中国东部形成三条北北东向火山岩带:(1)大兴安岭—燕山火山岩带,以钙碱性安山岩类为主;(2)祁连山断裂火山岩带,岩石组合以拉斑玄武岩为主;(3)闽浙火山岩带,以钙碱性系列的英安岩—流纹岩为主。在西藏则形成北冈底斯白垩纪中酸性火山岩带。燕山期中酸性侵入岩广布于中国东部和青、藏、滇西,其中以华南地区最为发育,并与许多内生矿床有关。燕山期侵入岩一般分为早、晚两期,K-Ar法同位素年龄分别为190—150百万年,130—80百万年。

(二) 新生代沉积类型和喜马拉雅运动

中国新生界主要分布于若干平原和大小内陆盆地,山间盆地。

第三系主要为陆相盆地型沉积,东部盆地以湖相沉积为主,夹煤、油页岩等有机岩沉积,秦岭以南下第三系多为含膏盐的红色岩系。喜马拉雅和塔里木西部有古新—始新世海相沉积,台湾、华北、东南沿海以及邻近海域都有海相第三系。近年来在华南、西南、西北及内蒙古等许多盆地相继发现古新世地层和大批哺乳类动物化石。

第四系类型繁多,主要有冰川堆积、黄土堆积、河湖相沉积、洞穴堆积等。第四纪冰川遗迹分布广泛,已划分出五个冰期和间冰期(孙殿卿等,1977)。在洞穴堆积、河湖相沉积及黄土堆积中均发现有古人类化石或古人类活动遗迹。华北、华南若干地点均发现第四纪海相层。沿断裂带多处有第四纪玄武岩喷发,晚期火山喷发见于吉林长白山、黑龙江北部五大莲池、大兴安岭北部东坡、滇西腾冲、藏北、西昆仑等地。

从始新世开始的喜马拉雅运动导致青藏地区古地中海海槽封闭,青藏高原的大幅度抬升和周围盆地的大幅度沉降。强烈运动发生于中新世,伴以深、大断裂活动和巨大推覆构造,在喜马拉雅有以电气石花岗岩为特征的岩浆活动。我国一些地质学家根据大量超基性岩、放射虫硅质岩及混杂堆积的出现以及某些生物化石的证据,认为雅鲁藏布深断裂带是印度板块与亚洲板块相碰撞的缝合线。台湾东部大纵谷也认为是一板块缝合线。喜马拉雅运动在中国其他地区、特别是西部地区都有强烈显示。例如在青海拉脊山,寒武系火山岩逆掩于上第三系红层之上;甘肃玉门红柳峡侏罗系逆掩于第四纪砾石层之上(黄汲清等,1977);云南元谋盆地东缘侏罗系逆推于第四系之上,第四系发生褶皱、断裂。

五、结 语

综上所述,中国地质构造发展特点可以概括归纳如下几点。

(一) 中国地质构造发展和各时期古地理轮廓的变迁,明显受亚洲大陆几个古老地块、陆间海和周围海盆的控制。中国几个大型构造带都是亚洲甚至全球性构造带的组成部分。准噶尔—兴安地槽褶皱带是巨大的中亚—中蒙古生代褶皱系的一部分;青藏高原若干地槽褶皱系属于巨型古地中海构造带的中段;中国东部中生代发展起来的构造属环太平洋构造带的一部分。

(二) 中国地质历史上发生过多次构造运动,影响范围较广的运动至少有12期。其中对划分地质构造发展阶段有重要意义的构造运动有三期:即吕梁运动,晋宁运动和印支运动。以这三期运动为转折可以把中国地质构造发展分为四大阶段。前吕梁阶段形成了中朝

地块; 吕梁—晋宁阶段形成了扬子地块、塔里木地块, 并与中朝地块相连接形成震旦古陆; 晋宁—印支阶段震旦古陆解体, 若干近东西向地槽形成和封闭, 印支运动导致中国古陆的形成。印支运动后阶段, 在中国东部濒太平洋地区形成中生代构造带; 在西南部, 古地中海最后闭合, 青藏高原大幅度隆起, 形成现代的构造格局。

(三) 中生代以来发展起来的构造格架表现出明显的东西对称性。大体以东经 105° 为界, 东部构造线方向主要为北北东向及北东向; 西部构造线主要为北西向和北北西向。这种构造格局可能是由于亚洲大陆地壳表层相对自北而南不等速滑动造成的, 亦即亚洲大陆东部相对于太平洋和印度地块向南运动的结果。

(四) 古生代以来中国地质的发展具有明显的构造迁移, 这种迁移在昆仑—秦岭以南表现尤为明显。在青藏高原, 从祁连山到喜马拉雅山, 随着时间的推移, 自东北而西南依次形成祁连加里东褶皱带、昆仑—秦岭华力西褶皱带、巴颜喀拉印支褶皱带、唐古拉及拉萨燕山褶皱带及喜马拉雅山的喜山褶皱带。在扬子地块以南, 自西北而东南依次出现加里东褶皱带、华力西褶皱带和台湾的喜马拉雅褶皱带。岩浆活动具有同样的迁移顺序。

(五) 随着地壳构造的发展, 中国岩浆活动或热变作用也有一定的演化规律。太古代主要为混合花岗岩和基性喷发岩; 早元古代出现较多的以基性喷发为主的绿岩带; 古生代以海相火山喷发和中酸性岩侵入为主, 并有大量超基性岩; 中生代主要表现为陆相火山喷发和中酸性岩侵入; 新生代主要为玄武岩的喷发和浅成斑岩类的侵入。

(六) 祁连山、西准噶尔、内蒙古中部、阿尼马卿山、雅鲁藏布江以及金沙江沿岸等地蛇绿岩套的出现和某些地区蓝闪片岩的发现, 都显示着在中国大陆存在着古板块构造。进一步研究后会发现更多古板块构造的证据。

参 考 文 献

- [1] 马杏垣、游振东、谭应佳、蔡学林, 1963, 中国东部前寒武纪大地构造发展的样式。地质学报, 第43卷, 第1期。
- [2] 马杏垣、吴正文、谭应佳、郝春荣, 1979, 华北地台基础构造。地质学报, 第4期。
- [3] 中国地质科学院, 1976, 亚洲地质图(1:500万)。地图出版社。
- [4] 中国地质科学院, 1979, 中华人民共和国地质图(1:100万)。地图出版社。
- [5] 中国地质科学院中国地质图编图组, 1978, 中国地质概要。《国际交流地质学本论文集》(1), 区域地质、地质力学。地质出版社。
- [6] 中国科学院贵阳地球化学研究所同位素地质研究室(钟富道执笔), 1977, 从燕山地区震旦地层同位素年龄论中国震旦地质年表。中国科学, 第2期。
- [7] 王荃、刘雪亚, 1976, 我国西部祁连山古海洋地壳及其大地构造意义。地质科学, 第1期。
- [8] 四川省地质局106地质队四分队, 1975, 康滇地轴中段前震旦纪地质特征及其与板块构造的关系。地质科学, 第2期。
- [9] 甘肃省第一区测队, 1975, 甘肃龙首山区及马街山区前震旦地层简介。地质科学, 第1期。
- [10] 乔秀夫, 1978, 青白口群地层学研究。地质科学, 第3期。
- [11] 孙殿卿、周森林、潘建英, 1977, 中国第四纪冰期。地质学报, 第2期。
- [12] 亚洲地质图编图组, 1978, 亚洲地层与地质历史概述。地质学报, 第3期。
- [13] 亚洲地质图编图组, 1978, 亚洲主要构造体系特征。地质学报, 第3期。
- [14] 邢裕盛、刘桂芝, 1973, 燕辽地区震旦纪微古植物群及其地质意义。地质学报, 第1期。
- [15] 李四光, 1947, 贵州高原冰川之残迹。《中国第四纪冰川》, 科学出版社, 1975年。

- [16] 李四光, 1973, 地壳构造与地壳运动。中国科学, 第4期。
- [17] 李廷栋, 1963, 大兴安岭北部大地构造特征及其多旋迴发展过程。地质学报, 第4期。
- [18] 肖序常、陈国铭、朱志直, 1978, 祁连山古蛇绿岩带的地质构造意义。地质学报, 第4期。
- [19] 武汉地质学院嵩山队, 1977, 河南嵩山区前寒武纪构造形变史及古构造型式。地质科学, 第2期。
- [20] 林景星, 1977, 华北平原第四纪海进海退现象的初步认识。地质学报, 第2期。
- [21] 张之孟、金蒙, 1979, 川西南乡城—得荣地区的两种混杂岩及其构造意义。地质科学, 第3期。
- [22] 钟富道, 1975, 我国华北及东北地区前寒武纪岩石K-Ar等时年龄。地球化学, 第2期。
- [23] 黄汲清、任纪舜、姜春发、张之孟、许志琴, 1977, 中国大地构造基本轮廓。地质学报, 第2期。
- [24] 纪裕洪、钟富道、苏泳军, 1973, 中国华北和东北地区的前震旦系。地质学报, 第1期。
- [25] Kuo Wen-Kuei (Guo Wenkui), 1978, General Aspect of the Geological Evolution in China. Proceedings of the Third Regional Conference on Geology and Mineral Resources of Southeast Asia, 1978, Bangkok.

THE DEVELOPMENT OF GEOLOGICAL STRUCTURES IN CHINA

Li Tingdong

(Chinese Academy of Geological Sciences)

Abstract

The development of the geological structures in China and the changes of the palaeogeographic framework in various periods are obviously controlled by the several old massifs and the surrounding sea basins on the continent of Asia. The several large-size tectonic zones in China are the component parts of Asia or even of the global tectonic zones. For instance, the fold zone of the Janggar-Hinggan geosyncline in north China is part of the huge central Asia-Sino-Mongol fold system, some of the geosynclinal fold systems of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau belong to the huge Tethys tectonic zone, and the structures in the eastern part of China are parts of the Circum-Pacific tectonic zone.

Repeated tectonic movements have taken place in the geological history of China, among which the most significant to the division of the development stages of geological structures comprises three: the Lüliang, Jinning and Indosinian movements. Taking these three as the turning points, the development of geological structures in China may be divided into four megastages: 1) the Pre-Lüliang stage, 2) the Lüliang-Jinning stage, 3) the Jinning-Indosinian stage, and 4) the post-Indosinian stage. During the Pre-Lüliang stage produced the Sino-Korean Old Land, during the Lüliang-Jinning stage formed

the Sinian Old Land, the China Old Land was formed during the Jinning-Indosinian stage, and after the Indosinian Movement the present tectonic framework of China was formed.

Since the Palaeozoic, the geological development in China has shown remarkable migration in tectonics and is especially prominent to the south of the line of Kunlun-Qinling Mts. For instance, in the terrain between the Qilian Mts. and the Himalayas formed in sequence from NE to SW the Qilian Caledonian, the Kunlun-Qinling Variscian, the Bayan Har Indosinian, the Tanggula and Lhasa Yanshan and the Himalaya tectonic zones. The tectonic framework developed gradually into the present state since the Mesozoic exhibits marked E-W symmetry. Approximately 105° E in longitude from the dividing line, the orientation of the structural lines to the east are mostly in NNE or NE direction, whereas those to the west mainly in NW or NNW direction.

The occurrence of ophiolitic suites in Qilian Mts., west Junggar, the central part of the Nei Monggol, Animaqing Mts. and along the Yarlung Zangbo Jiang and Jinsha Jiang and also the discovery of glaucophane-schist in some localities fully exhibit the existence of the suture line in the continent of China. Further investigation will promote the finding of more evidence for the old plates.

简 讯

中法合作研究喜马拉雅山地质获重要成果

——科学讨论会侧记

李 光 岑

中法两国地质科学家于1982年5月10日至12日在桂林举行了“第二次喜马拉雅山地质科学讨论会”。中方与会代表有李廷栋、叶连俊等28人，法国代表有奥贝尔(G. Aubert)、阿莱格尔(C. J. Allegre)等13人。在会上肖序常等14位中国科学家、阿莱格尔等11位法国科学家宣读了论文，并进行了无拘束的讨论，从而为阐明喜马拉雅山地质构造特征、地壳与上地幔结构以及青藏高原的形成演化等提供了新的资料。

学术交流以大量实际材料讨论了日喀则蛇绿岩带西段低温高压蓝闪石片岩的存在，白岗累积层辉长岩、橄长岩等连续剖面(厚700米)的发现以及蛇绿岩常量和微量、稀土元素地球化学特征等资料，表明雅鲁藏布江蛇绿岩带与世界典型的蛇绿岩带可以对比，是发育较完整的蛇绿岩带。它是新特提斯大洋中脊的洋壳残体。

在六十年代已经发现的东巧—丁青超基性岩带中，陆续找到了蛇绿岩套的所有岩石组合。代表上地幔成分的橄榄岩是本带主要岩石，并见有堆积层橄长岩、辉长岩多处以及较厚的(达400米)枕状玄武岩、球状玄武岩。岩墙群有所发现，但规模都不很大。放射虫硅质岩与玄武岩相伴，组成连续剖面。放射虫主要包括*Sethocypris*, *Cenosphaera*, *Cyrtocapsa*, *Dicelocapsa*, *Tricolocapsa*, *Slylosphaeridium* indet等属，为侏罗纪组合面貌。超基性岩体上普遍见到浅海相碎屑岩—碳酸盐岩石不整合覆盖和混杂堆积，其中含晚侏罗世菊石*Aspidoceras*等属和瓣鳃、腹足类等生物化石，说明这里蛇绿岩可能是在晚侏罗世以前发生侵位的。根据岩石常量和稀土元素地球化学以及铅同位素特征，中法科学家共同指出：这里的蛇绿岩不同于雅鲁藏布江蛇绿岩，而是代表了一种陆缘盆地(或弧后盆地)——岛弧环境发育

起来的洋壳。

野外调查发现，那曲、江措—纳木湖一带的蛇绿岩，都是一些破碎残片，从北部根部带向南推覆，压盖在不同时代地质体上的推复体，这是藏北地壳缩短、叠置的一个有力证据。被压盖的地质体，最高层位为晚白垩世红色碎屑岩。这次大的推覆作用，可能发生在雅鲁藏布江洋壳闭合，印度板块整体向北俯冲的占新世—渐新世时期。

喜马拉雅地区志留—泥盆纪过渡层的发现，为研究世界志留—泥盆系界线提供了新资料。这里过渡层为70米厚的灰岩，单一岩性，生物化石丰富。含志留系顶部牙形石带化石*Osarhodina remschidensis easteinhornensis* (Wallner) 和下泥盆统底部牙形石带化石*Icriodus Woschmidtii* Ziegler。这里很可能是解决志留—泥盆系界线的一个理想地区。

磁大地电流最终成果说明，除去地表低阻层外，地壳上部于雅鲁藏布江南北各存在一个低阻层。汇南低阻层在浪卡子一带地表以下7—10公里处。其南北向电阻率为20欧姆/米，东西向电阻率为5欧姆/米，温度达300°—400℃。而江北曲水至羊八井一带地表下15公里以上为高阻层，是因底斯花岗岩的反映。电阻率各向异性明显，南北向为15000欧姆/米，东西为5000欧姆/米，这可能是花岗岩带东西向破碎带造成的结果。15—30公里存在一个低阻层，其电阻率为5欧姆/米，温度达800℃，系熔融岩浆所引起。

试验地震研究发现：雅鲁藏布江以南，喜马拉雅山北坡康马—定日一带地壳厚度是70公里。在莫霍面以上还有几个明显震相，说明地壳内部的不均匀性乃系多层介质所组成。

会后，中法科学家在桂林地区进行了岩溶地质旅行。